



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2000182254 A**(43) Date of publication of application: **30.06.00**

(51) Int. Cl. **G11B 7/09**
G11B 7/135

(21) Application number: **10356392**(71) Applicant: **PIONEER ELECTRONIC CORP**(22) Date of filing: **15.12.98**(72) Inventor: **KIKUCHI IKUYA**(54) **PICKUP DEVICE**

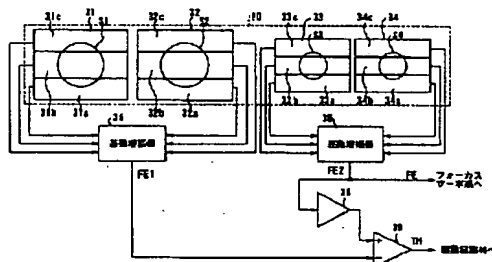
factor of the amplifier 38 and the two error signals.

(57) Abstract:

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a signal representing spherical aberration by using at least one of two error signals by detecting, of reflected light, 2nd reflected light passing through a part not more than a numerical aperture larger than a 2nd prescribed numerical aperture on an object lens and generating a 2nd error signal.

SOLUTION: A differential amplifier 35 generates a 1st error signal FE1 according to each output level of photo-detecting elements 31a-31c of a photo-detector 31 and photo-detecting elements 32a-32c of a photo-detector 32. Also, a differential amplifier 36 generates a 2nd error signal FE2 according to each output level of photo-detecting elements 33a-33c of a photodetector 33 and photo-detecting elements 34a-34c of a photo-detector 34. The 1st error signal FE1 is directly supplied to a differential amplifier 39, and the 2nd error signal FE2 is supplied to the differential amplifier 39 via an amplifier 38, and a thickness error signal TH which is an output signal of the differential amplifier 39 is expressed by a prescribed formula of an amplification



【特許請求の範囲】

【請求項1】 記録面上を透過基板で覆われた光ディスクに対して情報の書き込み或いは読み取りを行なうピックアップ装置であって、

光ビームを第1の所定開口数の対物レンズを介して前記記録面に照射し、前記記録面からの反射光を前記対物レンズを介して得る反射光抽出手段と、

前記反射光抽出手段から得られた反射光のうち、第1の所定開口数より小なる第2の所定開口数以下の部分のみを介して照射された第1照射光による第1反射光を検出し、前記記録面における前記第1照射光の焦点ずれを示す第1エラー信号を生成する第1焦点誤差検出手段と、

前記反射光抽出手段から得られた反射光のうち、前記第2の所定開口数より大なる所定開口数以下の部分を介して照射された第2照射光による第2反射光を検出し、前記記録面における前記第2照射光の焦点ずれを示す第2エラー信号を生成する第2焦点誤差検出手段と、

前記第1及び第2エラー信号の少なくとも一方を用いて球面収差に対応する信号を得る手段と、を備えたことを特徴とするピックアップ装置。

【請求項2】 前記第1及び第2エラー信号を比較してその比較結果に応じて球面収差に対応する信号を得る手段を備えたことを特徴とする請求項1記載のピックアップ装置。

【請求項3】 前記第1及び第2エラー信号の少なくとも一方と異なる他方を少なくとも用いて前記対物レンズを駆動するフォーカス制御手段を備えたことを特徴とする請求項1記載のピックアップ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光ディスクに対して情報の書き込み或いは読み取りを行なうためのピックアップ装置に関する。

【0002】

【従来の技術】光ディスクに対して情報の書き込み或いは読み取りを行なう場合には、その記録層面を直接露出すると傷が付いたり或いはヘッドとの衝突で損傷が与えられると、記録や再生ができなくなってしまうので、所定の厚さの透過基板を介して書き込み又は読み取りをすることが行なわれている。このときの基板は例えば、射出成形によって形成されるが、基板の厚さを全面に亘って正確に規定値にすることは困難であり、通常、数十 μ mの厚さ誤差が生じている。従来、このような厚さ誤差が生じて問題とならないように対物レンズの開口数を決定してシステムを構成していた。しかしながら、情報量の増大と共に、記録密度を高くすることが求められているので、対物レンズの開口数を増大させてディスク上でのスポット径を縮小して記録することが考えられている。この場合、透過基板の厚さ誤差によって発生する球面収差を補正することが行なわれている。これは、例え

ば、特開平10-106012号公報に示されたように、ディスクからの再生信号の変調度やそのジッタ、エラーレートを監視してその監視内容に応じて球面収差補正手段（レンズ）を駆動するものである。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、未記録ディスクに記録を行なう場合には再生信号が得られないので、球面収差を補償することができない。また、ジッタ、エラーレート、変調度等は例えば、基板の傾き、複屈折等によっても影響を受け、このような要因が存在する場合にはジッタ、エラーレート、変調度等が増大してサーボ系が誤動作してしまうという問題があった。

【0004】そこで、本発明の目的は、高開口数の対物レンズを用いた光学系であっても記録／未記録ディスクに拘わらずその透過基板の厚さ誤差によって発生する球面収差を補正することができるピックアップ装置を提供することである。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明のピックアップ装置は、記録面上を透過基板で覆われた光ディスクに対して情報の書き込み或いは読み取りを行なうピックアップ装置であって、光ビームを第1の所定開口数の対物レンズを介して記録面に照射し、記録面からの反射光を対物レンズを介して得る反射光抽出手段と、反射光抽出手段から得られた反射光のうち、第1の所定開口数より小なる第2の所定開口数以下の部分のみを介して照射された第1照射光による第1反射光を検出し、記録面における第1照射光の焦点ずれを示す第1エラー信号を生成する第1焦点誤差検出手段と、反射光抽出手段から得られた反射光のうち、第2の所定開口数より大なる所定開口数以下の部分を介して照射された第2照射光による第2反射光を検出し、記録面における第2照射光の焦点ずれを示す第2エラー信号を生成する第2焦点誤差検出手段と、第1及び第2エラー信号の少なくとも一方を用いて球面収差に対応する信号を得る手段と、を備えたことを特徴としている。

【0006】かかる本発明のピックアップ装置によれば、光ディスクの記録面からの反射光のうち、対物レンズ上で第1の所定開口数より小なる第2の所定開口数以下の部分を透過した第1反射光を検出して第1エラー信号を生成し、また反射光のうち、対物レンズ上で第2の所定開口数より大なる所定開口数以下の部分を透過した第2反射光を検出して第2エラー信号を生成するので、第1及び第2エラー信号の少なくとも一方を用いて透過基板の厚さの誤差によって生じる球面収差を示す信号を得ることができる。

【0007】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施例を図面を参照しつつ詳細に説明する。図1は本発明によるピックアップ装置の光学系を示している。このピックアップ装置

10

20

30

40

50

において、光源 11 は図示しない駆動回路により駆動されてレーザ光を発射し、光源 11 から発射されたレーザ光はビームスプリッタ 12 によって光ディスク 15 側の光軸 OA 方向に反射された後、コリメータレンズ 13 を介して平行レーザビームとして対物レンズ 14 に到達する。対物レンズ 14 はレーザビームを光ディスク 15 の記録面に収束させる。光ディスク 15 の記録面で反射した光ビームは対物レンズ 14、そしてコリメータレンズ 13 で平行レーザビームにされた後、ビームスプリッタ 12 を直線的に通過してホログラム素子 18 に到達する。ホログラム素子 18 には更にホログラム素子 19 が連続して配置されている。この 2 つのホログラム素子 18、19 を通過したレーザビームは受光器 20 に到達する。対物レンズ 14、コリメータレンズ 13、ビームスプリッタ 12 及びホログラム素子 18、19 は光軸 OA がそれらの中心を通るように配置されている。

【0008】ホログラム素子 18 は光軸 OA 方向から見ると図 2 に示すように、円形の外形を有し、その中央部に円形のホログラムパターン 21 が形成されている。ホログラムパターン 21 は有効光路に相当する外周部 22 よりも内側に小さく形成され、光ビームを所定の角度で回折させるように形成されている。このパターンは直線状であり、回折光エネルギーを特定の方向に集中させるようにブレイズ(blaze)形状の表面とされている。なお、ここではホログラムパターン 21 の部分は、対物レンズ 14 上での開口数 NA が 0.31 以下に相当する領域を透過して光ディスク 15 に照射された光ビームの反射光が透過するように形成されており、外周部 22 は対物レンズ 14 上での開口数 NA が 0.85 以下に相当する領域を透過して光ディスク 15 に照射された光ビームの反射光が透過するように形成されている。

【0009】ホログラム素子 19 は光軸 OA 方向から見ると図 3 に示すように円形の外形を有し、その円の中心点から偏芯した点を中心点とした同心円状で凹レンズの作用をなすパターンを有している。ホログラム素子 19 により 2 つの異なる焦点位置となる光ビームが受光器 20 に向けて放出される。受光器 20 はホログラム素子 19 で分離される 2 つのレーザビームの異なる焦点位置のほぼ中間位置に配置されており、4 つの光検出器 31～34 を備え、それら光検出器 31～34 は光軸 OA に垂直な面上に位置している。光検出器 31 は光軸 OA 上に位置し、光検出器 32、33、34 の順に光軸 OA から同一方向に遠ざかって配置されている。また、その配置方向の分割線にて図 4 に示すように光検出器 31～34 各々の受光面は 3 分割され、3 分割各々の出力が得られるようになっている。

【0010】光検出器 31 の 3 分割の光検出素子 31a～31c 及び光検出器 32 の 3 分割の光検出素子 32a～32c には差動増幅器 35 が接続されている。また、

光検出器 33 の 3 分割の光検出素子 33a～33c 及び光検出器 34 の 3 分割の光検出素子 34a～34c には差動増幅器 36 が接続されている。差動増幅器 35 は第 1 のエラー信号 FE1 を生成し、差動増幅器 36 は第 2 のエラー信号 FE2 を生成する。第 2 のエラー信号 FE2 はフォーカスエラー信号 FE として光ディスクプレーヤのフォーカスサーボ系（図示せず）に供給される。

【0011】差動増幅器 35 の出力には更に差動増幅器 39 が接続されている。また、差動増幅器 36 の出力は増幅器 38 を介して差動増幅器 39 に接続されている。差動増幅器 39 の出力信号がディスク 15 の過透基板の厚さ誤差信号 TH となる。厚さ誤差信号 TH は駆動回路 40 に供給されるように構成されており、駆動回路 40 は厚さ誤差信号 TH に応じてコリメータレンズ 13 を図 1 に矢印 X で示すように光軸 OA 方向において駆動する。

【0012】かかる構成においては、光ディスク 15 の記録面で反射した光ビームが対物レンズ 14、コリメータレンズ 13、そしてビームスプリッタ 12 を介してホログラム素子 18 に到達する。そのホログラム素子 18 への入射光のうちからホログラムパターン 21 で回折されずそのまま光軸 OA 方向に透過光（0 次の回折光）となるものと、ホログラムパターン 21 での回折によって 1 次の回折光とが得られる。

【0013】ホログラム素子 18 からホログラム素子 19 への透過光については、ホログラム素子 19 はそのまま透過光として出力してその透過光によるスポット S1 を光検出器 31 の受光面に形成させる他、1 次の回折光として出力してその 1 次の回折光によるスポット S2 を光検出器 32 の受光面に形成させる。ホログラム素子 18 からホログラム素子 19 へ至る 1 次の回折光については、ホログラム素子 19 はそのまま透過光として出力してその透過光によるスポット S3 を光検出器 33 の受光面に形成させる他、1 次の回折光として出力してその 1 次の回折光によるスポット S4 を光検出器 34 の受光面に形成させる。

【0014】光ディスク 15 への照射光の球面収差が小さく合焦状態にあるときには、光検出器 31 及び 32 に形成されるスポット径はほぼ等しい大きさとなり、また光検出器 33 及び 34 に形成されるスポット径はほぼ等しい大きさとる。よって、差動増幅器 35 では光検出器 31 の光検出素子 31a～31c 及び光検出器 32 の光検出素子 32a～32c の各出力レベルに応じて第 1 のエラー信号 FE1 が生成される。光検出素子 31a～31c の各出力レベルを 31aOUT～31cOUT、光検出素子 32a～32c の各出力レベルを 32aOUT～32cOUT とすると、第 1 のエラー信号 FE1 は次の式(1)の如く表すことができる。

【0015】

$$FE1 = (31aOUT + 31cOUT - 31bOUT) - (32aOUT + 32cOUT - 32bOUT) \quad \dots\dots(1)$$

差動増幅器 36 では光検出器 33 の光検出素子 33a ~ 33c 及び光検出器 34 の光検出素子 34a ~ 34c の各出力レベルに応じて第 2 のエラー信号 FE2 が生成される。光検出素子 33a ~ 33c の各出力レベルを 33a0 *

$$FE2 = (33aOUT + 33cOUT - 33bOUT) - (34aOUT + 34cOUT - 34bOUT) \quad \dots\dots(2)$$

第 1 のエラー信号 FE1 はそのまま差動増幅器 39 に供給され、第 2 のエラー信号 FE2 は増幅器 38 を介して差動増幅器 39 に供給される。差動増幅器 39 の出力信号である厚さ誤差信号 TH は、増幅器 38 の増幅率を α とすると、

$$TH = \alpha \times FE2 - FE1 \quad \dots\dots(3)$$

となる。

【0017】図 5 は光ディスク 15 の透過基板の厚さが基準値であるときのデフォーカス量に対する第 2 のエラー信号 FE2 の信号変化を示している。また、図 6 は第 2 のエラー信号 FE2 に応じてフォーカスサーボ系を動作させた場合、すなわち、ジャストフォーカス状態における光ディスク 15 の透過基板の厚さの誤差に対する第 1 のエラー信号 FE1 の信号変化を示している。この場合に第 2 のエラー信号 FE2 はほぼ 0 に制御されているが、第 1 のエラー信号 FE1 は透過基板の厚さの誤差に応じて変化している。よって、式 (3) から算出される厚さ誤差信号 TH は第 2 のエラー信号 FE2 はほぼ 0 に制御されているときには第 1 のエラー信号 FE1 にほぼ比例するので、光ディスク 15 の透過基板の厚さの誤差を示すことになる。なお、図 6 において特性 A はホログラム素子 18 のホログラムパターン 21 で光がほとんど回折した場合に外周部 22 からの光検出器 31 の出力に基づいた第 1 のエラー信号 FE1 の信号変化であり、特性 B はホログラムパターン 21 及び外周部 22 の両方から

の光を受光した光検出器 31 の出力に基づいた第 1 のエラー信号 FE1 の信号変化である。

【0018】算出された厚さ誤差信号 TH は駆動回路 40 を介してコリメータレンズ 13 を光軸 OA 方向において平行移動させる。なお、上記した実施例においては、厚さ誤差信号 TH に応じてコリメータレンズを駆動することにより球面収差補正を行なうが、この他にイコライザ特性を変化させる、記録時のレーザパワーやストラテジを制御する等の動作を行なう構成にすることができる。構成例では必要な媒体照射パワー、記録感度、

使用する透過基板の厚さ、制御範囲等によって様々な設計が可能である。

【0019】また、上記した実施例においては、小なる開口数のパターン 21 の部分で回折された反射光の受光量に基づいた第 2 のエラー信号 FE2 だけをフォーカス制御のためにフォーカスサーボ系に供給しているが、第 2 のエラー信号 FE2 に代えて大なる開口数の外周部 22 の部分を通じた反射光の受光量に基づいた第 1 のエラー信号 FE1 だけをフォーカス制御のためにフォーカスサーボ系に供給しても良い。また、第 1 及び第 2 のエ

*UT ~ 33cOUT、光検出素子 34a ~ 34c の各出力レベルを 34aOUT ~ 34cOUT とすると、第 2 のエラー信号 FE2 は次の式 (2) の如く表すことができる。

$$【0016】$$

ラー信号 FE1 及び FE2 の両方をフォーカス制御のために用いても良い。この場合の構成を図 7 に示している。加算器 42 及び増幅率 β を有する増幅器 41 が新たに設けられ、第 1 のエラー信号 FE1 は加算器 42 の一方の入力端子に供給され、また第 2 のエラー信号 FE2 は増幅器 41 を介して加算器 42 の他方の入力端子に供給される。加算器 42 の出力信号を FE とすると、信号 FE は、

$$FE = \beta \times FE2 + FE1 \quad \dots\dots(4)$$

となる。この信号 FE がフォーカス制御のためにフォーカスサーボ系に供給される。なお、増幅率 β は第 2 のエラー信号 FE2 に含まれる球面収差の影響を低減させるように設定される。

【0020】更に、上記した実施例においては、各エラー信号の生成方法はスポット径を 3 分割の光検出器で測定する方法を用いているが、この方法に限定する必要はなく、例えば、ホログラム素子 19 を非点収差を与える形状として通過する光に対して非点収差を与えることによりエラー信号を生成するようにしても良い。また、ホログラム素子 19 を用いないで異なる開口数によるそれぞれ 1 つずつのスポットの径を 3 分割の光検出器によって検出する従来の方法を用いてエラー信号 FE1、FE2 を生成するようにしても良い。

【0021】また、上記した実施例においては、ディスク 15 からの反射光がホログラム素子 18 を通過する際に光束を 2 つの領域に分割するような構成としたが、この構成に代えて対物レンズの一方の面に、或いは対物レンズと共に駆動されるようにホログラム素子 18 に相当するものを設ける構成であっても良い。このようにディスクへの照射光とそれからの反射光とが通過する光路にホログラム素子 18 等の光束を 2 つの領域に分割する手段を配置した場合には、特定方向の偏光成分に対して効果を表す偏光ホログラムを波長板と共に用いることによって照射光の光路で発生する光量ロスを抑制することができる。

【0022】更に、上記した実施例においては、ディスクのトラッキングについての説明を行なわなかったが、ホログラム素子を例えば、半径方向に 2 分割して互いに個別の位置に集光させることによってプッシュプルトラッキングエラー信号を得る構成、4 分割形状として位相差法によってトラッキングエラー信号を得る構成などの従来から知られた構成を採用することができる。

【0023】また、上記した実施例においては、ホログラム素子 18、19 を個別に設けているが、パターンを一体化することにより 1 つの単体として設けることがで

きる。更に、上記した実施例は、対物レンズ 14 の瞳の開口が円形であるという前提の元に形成されているが、その開口は円形に限らず、楕円形などの縦長の開口でも良い。このような楕円形の瞳は異なる開口数を有する光学系に適用することができ、特に、開口数が異なる方向において分割することが有効である。例えば、楕円形の開口にする場合には、ホログラム素子 18 に代えて設けるホログラム素子 45 のパターンは図 8 に示すように、楕円瞳 44 の長軸方向において 3 分割された外側部 45 a、45 b だけに形成すれば良く、このようにすることによりホログラム素子の横方向ずれの影響を減少させることができる。なお、楕円形の短軸方向がディスク上でのビット例方向、すなわち時間軸方向に相当する。

【0024】図 9 は本発明の他の実施例としてピックアップ装置の光学系を示している。このピックアップ装置において、光源 51 は図示しない駆動回路により駆動されてレーザ光を発射し、光源 51 から発射されたレーザ光はコリメータレンズ 52 で平行レーザビームにされた後、ビームスプリッタ 53 によって光ディスク 57 側の光軸 O A 方向に反射された後、補償レンズ 54、55 を介して平行レーザビームとして対物レンズ 56 に到達する。対物レンズ 56 はレーザビームを光ディスク 57 の記録面に収束させる。光ディスク 57 の記録面で反射した光ビームは対物レンズ 56 及び補償レンズ 55、54 を経て、ビームスプリッタ 53 に到達する。ビームスプリッタ 53 を直線的に通過した反射光は集光レンズ 58 で集光されてホログラム素子 59 に到達し、ホログラム素子 59 を通過したレーザビームは受光器 60 に到達する。

【0025】ホログラム素子 59 は光軸 O A 方向から見ると図 10 に示すように、円形の外形を有し、+1 次光に対しては凸レンズとして作用し受光器 60 の手前で集光させ、-1 次光に対しては凹レンズとして作用し受光器 60 の奥で集光させる。また、ホログラム素子 59 の内部部分の円パターン 59 a とその外周部分の円環パターン 59 b とは縞状に形成されており、その間隔が円パターン 59 a と円環パターン 59 b とでは図 10 に示したように異なり、これにより内部部分と外周部分との光ビームの屈折角度が異なっている。

【0026】受光器 60 は 4 つの光検出器 61~64 を備え、それら光検出器 61~64 は光軸 O A に垂直な面上にその順番にて配置されている。光検出器 62 と 63 との間に光軸 O A が位置している。また、その配置方向の分割線にて図 12 に示すように光検出器 61~64 各々の受光面は 3 分割され、3 分割各々の出力が得られるようになっている。

【0027】図 11 は光検出器 61~64 各々への反射光の集光を示している。この図 11、更には図 12 から分かるように、光検出器 61 にはホログラム素子 59 の円環パターン 59 b を透過した +1 次光による円環状の

スポット S11 が生成され、光検出器 62 にはホログラム素子 59 の円パターン 59 a を透過した +1 次光による円状のスポット S12 が生成され、光検出器 63 にはホログラム素子 59 の円パターン 59 a を透過した -1 次光による円状のスポット S13 が生成され、光検出器 64 にはホログラム素子 59 の円環パターン 59 b を透過した -1 次光による円環状のスポット S14 が生成される。

【0028】また、図 12 に示すように光検出器 61 の 3 分割の光検出素子 61 a~61 c 及び光検出器 64 の 3 分割の光検出素子 64 a~64 c には差動増幅器 65 が接続されている。また、光検出器 62 の 3 分割の光検出素子 62 a~62 c 及び光検出器 63 の 3 分割の光検出素子 63 a~63 c には差動増幅器 66 が接続されている。差動増幅器 65 は第 1 のエラー信号 FE1 を生成し、第 1 のエラー信号 FE1 はディスク 57 の過透基板の厚さ誤差信号 TH となる。厚さ誤差信号 TH は駆動回路 67 に供給されるように構成されており、駆動回路 67 は厚さ誤差信号 TH に応じて補償レンズ 55 を図 9 に矢印 X で示すように光軸 O A 方向において駆動する。差動増幅器 66 は第 2 のエラー信号 FE2 を生成する。第 2 のエラー信号 FE2 はフォーカスエラー信号 FE として光ディスクプレーヤのフォーカスサーボ系（図示せず）に供給される。

【0029】この実施例では、第 1 のエラー信号 FE1 のレベルから第 2 のエラー信号 FE2 を減算せずに、第 1 のエラー信号 FE1 を厚さ誤差信号 TH として用いている。これは、第 2 のエラー信号 FE2 を用いてフォーカス制御をしているため、フォーカス制御をしている状態では、第 2 のエラー信号 FE2 のレベルは常に 0 となっていることを考慮したものである。すなわち、信号レベルが 0 の第 2 のエラー信号 FE2 をわざわざ減算せずに、第 1 のエラー信号 FE1 を厚さ誤差信号 TH として用いたものである。

【0030】

【発明の効果】以上の如く、本発明のピックアップ装置によれば、光ディスクの記録面からの反射光のうち、対物レンズ上で第 1 の所定開口数より小なる第 2 の所定開口数以下の部分を透過した第 1 反射光を検出して第 1 エラー信号を生成し、また反射光のうち、対物レンズ上で第 2 の所定開口数より大なる所定開口数以下の部分を透過した第 2 反射光を検出して第 2 エラー信号を生成するので、第 1 及び第 2 エラー信号の少なくとも一方を用いて透過基板の厚さの誤差によって生じる球面収差を示す信号を得ることができる。よって、高開口数の対物レンズを用いた光学系であっても記録／未記録ディスクに拘わらずその透過基板の厚さ誤差によって発生する球面収差を補正することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明によるピックアップ装置の光学系を示す

図である。

【図2】図1の光学系中のホログラム素子18のパターンを示す図である。

【図3】図1の光学系中のホログラム素子19のパターンを示す図である。

【図4】図1のピックアップ装置の回路構成を示すブロック図である。

【図5】第2のエラー信号FE2の信号変化を示す図である。

【図6】第1のエラー信号FE2の信号変化を示す図である。

【図7】本発明の他の実施例としてピックアップ装置の回路構成を示すブロック図である。

【図8】本発明の他の実施例としてホログラム素子のパターンを示す図である。

【図9】本発明の他の実施例としてピックアップ装置の

光学系を示す図である。

【図10】図9の光学系中のホログラム素子59のパターンを示す図である。

【図11】図9の光検出器61～64各々への反射光の集光状態を示す図である。

【図12】図9のピックアップ装置の回路構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

11, 59 光源

12 ビームスプリッタ

13, 52, 54 コリメータレンズ

14, 56 対物レンズ

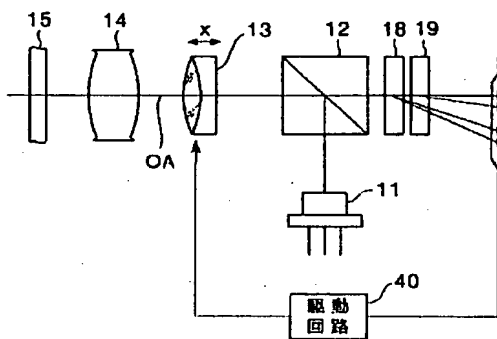
15, 57 光ディスク

18, 19, 45, 59 ホログラム素子

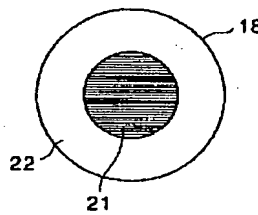
20, 60 受光器

31～34, 61～64 光検出器

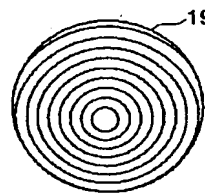
【図1】



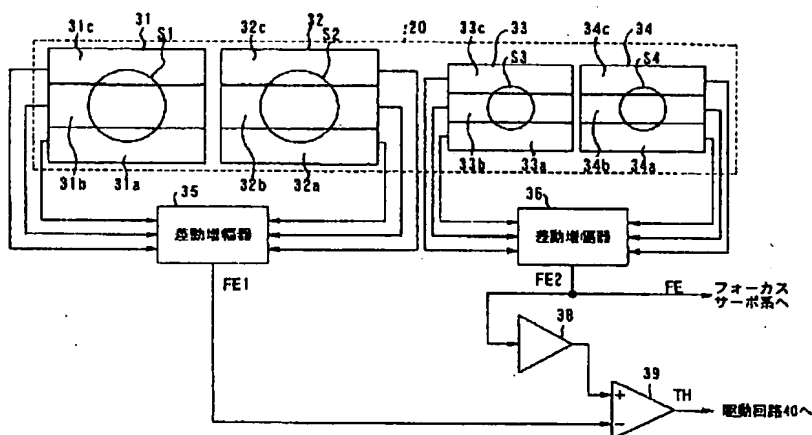
【図2】



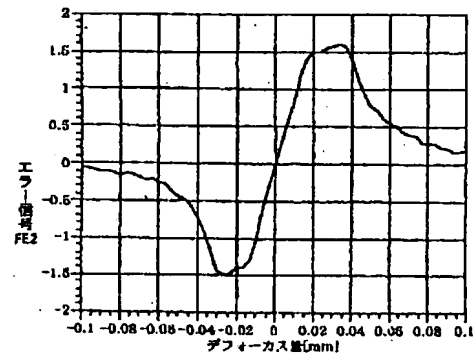
【図3】



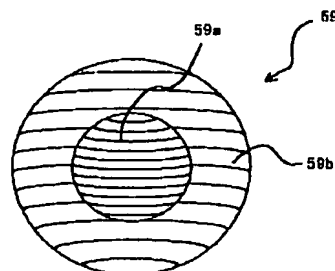
【図4】



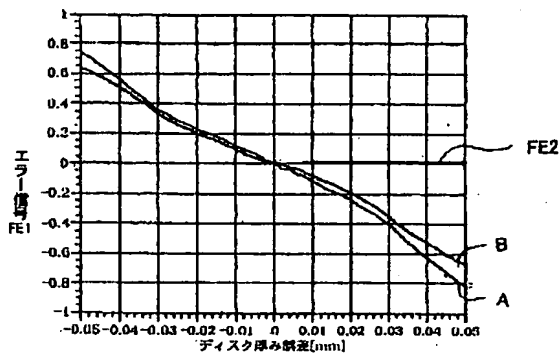
【図5】



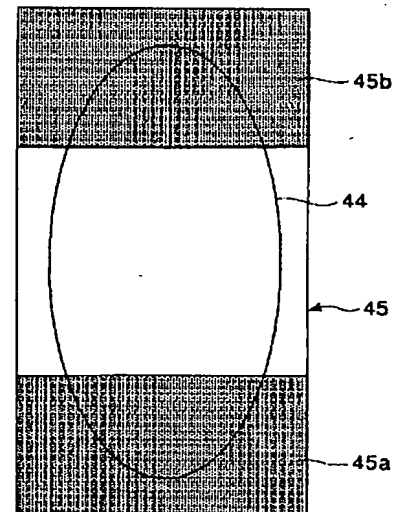
【図10】



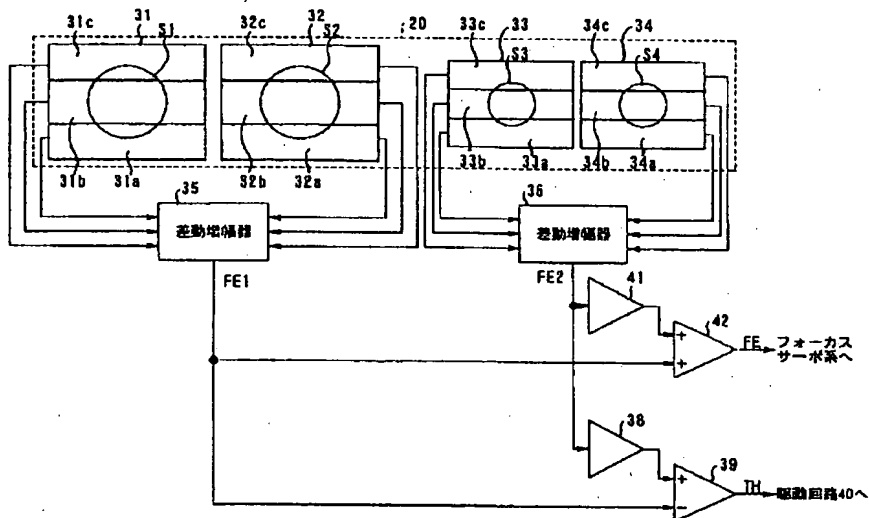
【図6】



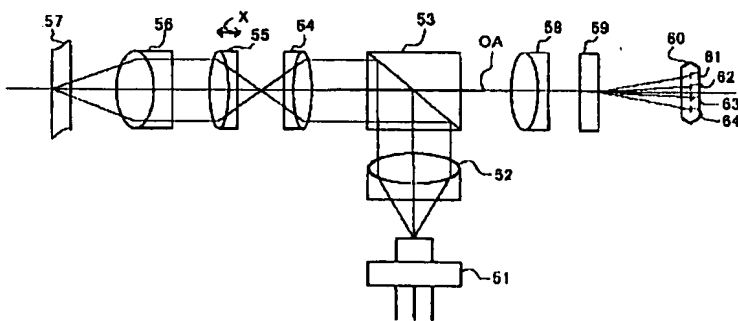
【図8】



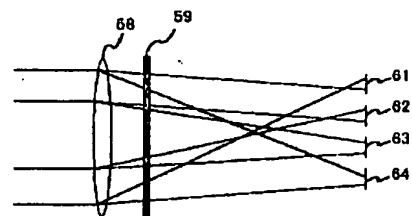
【図7】



【図9】



【図11】



【図 12】

